

## Apparatus and method for detecting defective conditions in railway vehicle wheels and railtracks

Publication number: JP9500452T

Publication date: 1997-01-14

Inventor:

Applicant:

Classification:

- international: **B61K9/08; B61K9/00**; (IPC1-7): G01M17/08; B61K9/00

- european: B61K9/08

Application number: JP19950529113T 19950505

Priority number(s): WO1995US05621 19950505; US19940245711  
19940505

Also published as:

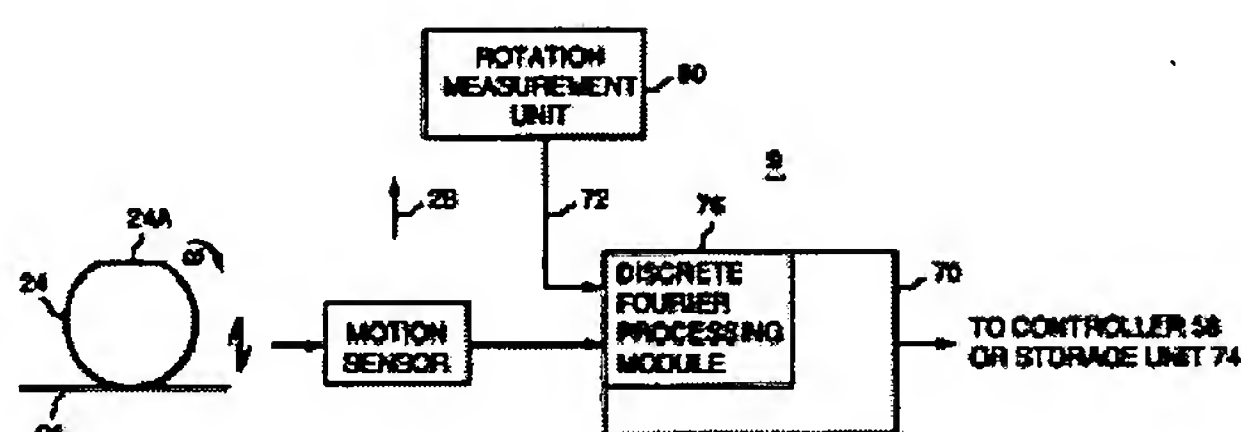
WO9530886 (A1)  
US5433111 (A1)  
DE19580682T (T1)  
DE19580682 (B4)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for JP9500452T

Abstract of corresponding document: **US5433111**

Apparatus for detecting defective conditions associated with a set of railway vehicle wheels and with a railtrack upon which a given railway vehicle travels comprises a rotation measurement unit for generating data indicative of rotational rate of the set of wheels; a motion sensor, such as an accelerometer or vibration sensor, for generating data indicative of motion along a vertical axis relative to the railtrack; and a data processor coupled to the motion sensor and to the rotation measurement unit for receiving the rotational rate and motion data. The data processor is designed for detecting, based on the received rotational rate and motion data, a defective condition associated with the wheel set and for detecting, based on the received motion data, a defective condition associated with the railtrack. The apparatus can be operatively combined with a mobile tracking unit for a vehicle tracking system.



Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表平9-500452

(43)公表日 平成9年(1997)1月14日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

片内整理番号

FI

G O 1 M 17/08

9309-2G

G O 1 M 17/00

F

**B 6 1 K 9/00**

9337-3D

**B 6 1 K 9/00**

審查請求 未請求 予備審查請求 未請求(全 22 頁)

(21)出願番号	特願平7-529113
(86) (22)出願日	平成7年(1995)5月5日
(85)翻訳文提出日	平成7年(1995)12月11日
(86)国際出願番号	PCT/US95/05621
(87)国際公開番号	WO95/30886
(87)国際公開日	平成7年(1995)11月16日
(31)優先権主張番号	08/245,711
(32)優先日	1994年5月5日
(33)優先権主張国	米国(US)
(81)指定国	CA, DE, JP

(71)出願人 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ  
アメリカ合衆国、12345、ニューヨーク州、  
スケネクタディ、リバーロード、1番

(72)発明者 ハーシー、ジョン・エリック  
アメリカ合衆国、12019、ニューヨーク州、  
ポールストン・レイク、バインズ・ロー  
ード、4番

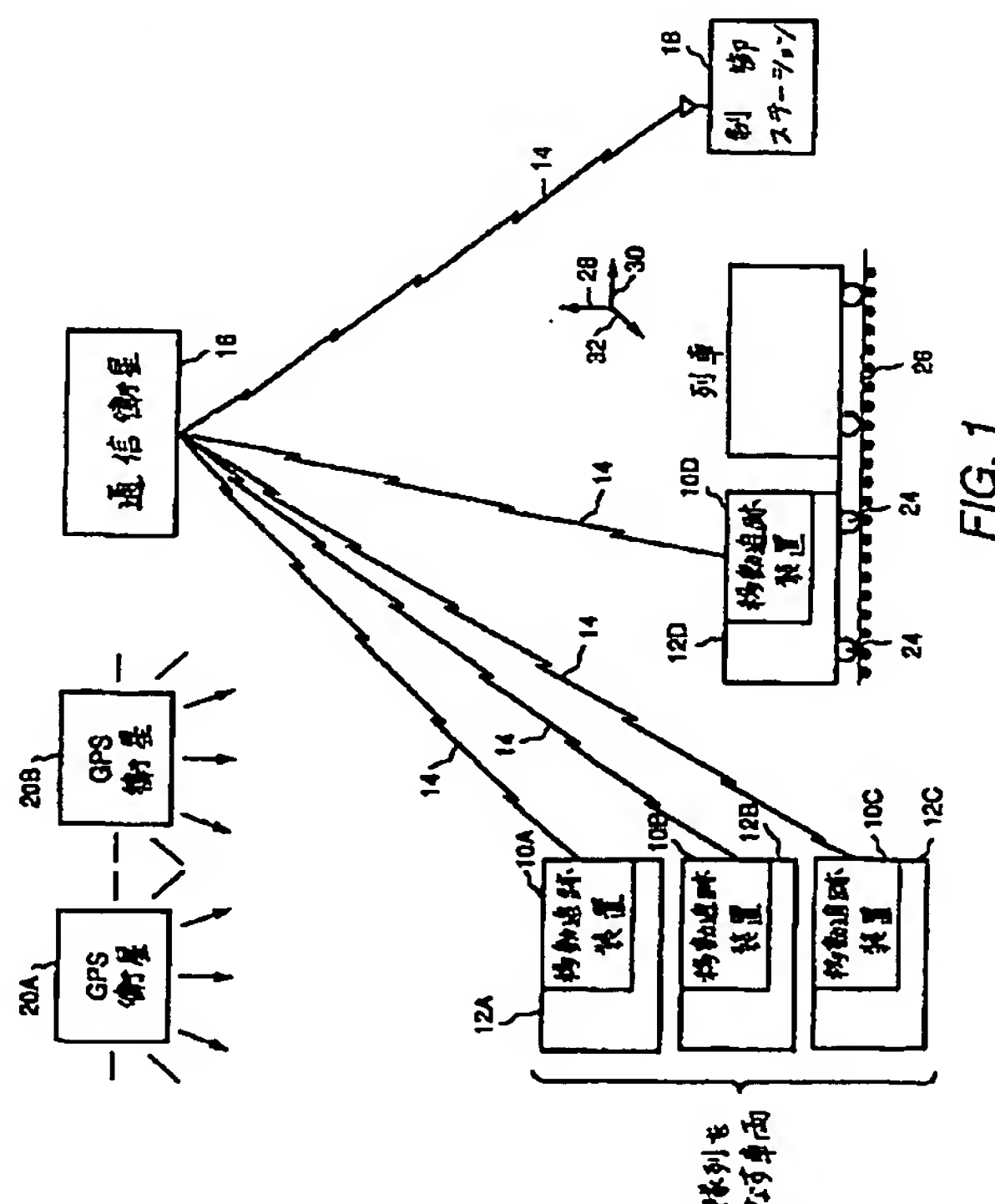
(72)発明者 ウェルス、ケネス・ブレイクレイ、ザ・セ  
カンド  
アメリカ合衆国、12302、ニューヨーク州、  
スコティア、ヘッチェルタウン・ロード、  
104番

(74)代理人 弁理士 生沼 徳二

(54) 【発明の名称】 鉄道車輛の車輪及び軌道の欠陥状態を検出する装置と方法

(57) 【要約】

鉄道車輛の 1 組の車輪と鉄道車輛の通る軌道とに関連する欠陥状態を検出する装置が、1 組の車輪の回転速度を表すデータを発生する回転測定装置と、軌道に対して垂直な軸線に沿った運動を表すデータを発生する、加速度計又は振動センサの様な運動センサと、運動センサ及び回転測定装置に結合され、回転速度及び運動データを受取るデータ・プロセッサとを有する。データ・プロセッサは、受取った回転速度及び運動データに基づいて、1 組の車輪に関連した欠陥状態を検出すると共に、受取った運動データに基づいて、軌道に関連した欠陥状態を検出する様に設計されている。この装置は、乗物追跡システム用の移動追跡装置と作動的に組み合わせることが出来る。



(2)

## 【特許請求の範囲】

1. 鉄道車輛の1組の車輪と鉄道車輛の通る軌道とに関連した欠陥状態を検出する装置に於て、

前記1組の車輪の回転速度を実質的に表すデータを発生する回転測定手段と、  
少なくとも前記軌道に対してだいたい垂直な軸線に沿った運動を表すデータを発生する運動センサと、

前記運動センサ及び前記回転測定手段に結合されて、前記回転速度及び運動データを受取り、この受取った回転速度及び運動データに基づいて、前記1組の車輪の内の少なくとも1つの車輪に関連した欠陥状態を検出するデータ・プロセッサと

を有している装置。

2. 前記データ・プロセッサが、受取った運動データに基づいて、前記軌道の少なくとも一部分に関連した欠陥状態を検出する様になっている請求項1記載の装置。

3. 前記運動センサが、加速度計、振動センサ及び衝撃センサからなるセンサの群から選ばれた少なくとも1つのセンサで構成されている請求項2記載の装置。

4. 前記データ・プロセッサが離散的フーリエ・プロセッサで構成される請求項2記載の装置。

5. 前記運動センサが、互いに直交する3つの軸線に沿った加速度を測定する様に配置された1組の加速度計で構成され、互いに直交する3つの軸線の内の1つが前記軌道に対してだいたい垂直な軸線である請求項2記載の装置。

6. 前記データ・プロセッサが、鉄道車輛の荷重状態を判定する様に、前記加速度計からのデータを処理する様になっている請求項5記載の装置。

7. 前記回転測定手段が、鉄道車輛の速度及び車輪の円周に基づいて回転速度データを発生する様になっている請求項1記載の装置。

8. 鉄道車輛の1組の車輪と鉄道車輛の通る軌道とに関連した欠陥状態を検出する装置に於て、

(3)

前記 1 組の車輪の回転速度を実質的に表すデータを発生する回転測定装置と、  
少なくとも軌道に対してだいたい垂直な軸線に沿った運動を表すデータを発生する運動センサと、

前記運動センサ及び前記回転測定装置に結合されて、前記回転速度及び運動データを受取るデータ・プロセッサであって、受取った回転速度及び運動データに基づいて、前記 1 組の車輪の内の少なくとも 1 つの車輪に関連した欠陥状態を検出すると共に、受取った運動データに基づいて、前記軌道の少なくとも一部分に関連した欠陥状態を検出するデータ・プロセッサと  
を有している装置。

9. 前記運動センサが、加速度計、振動センサ及び衝撃センサからなるセンサの群から選ばれた少なくとも 1 つのセンサを有している請求項 8 記載の装置。

10. 前記データ・プロセッサが離散的フーリエ・プロセッサで構成されている請求項 8 記載の装置。

11. 前記運動センサが、互いに直交する 3 つの軸線に沿った加速度を測定する様に配置された 1 組の加速度計で構成され、前記互いに直交する 3 つの軸線の内の 1 つが前記軌道に対してだいたい垂直な軸線である請求項 8 記載の装置。

12. 前記データ・プロセッサが、鉄道車輛の荷重状態を判定する様に、前記加速度計からのデータを処理する様になっている請求項 11 記載の装置。

13. 前記回転測定装置が、鉄道車輛の速度及び車輪の円周に基づいて、回転速度データを発生する様になっている請求項 8 記載の装置。

14. 鉄道車輛の 1 組の車輪と鉄道車輛の通る軌道に関連した欠陥状態を検出する方法に於て、

前記 1 組の車輪の回転速度を実質的に表すデータを発生する段階と、  
少なくとも前記軌道に対してだいたい垂直な軸線に沿った運動を表すデータを発生する段階と、

前記回転速度及び運動データを処理して、前記 1 組の車輪の内の少なくとも 1 つの車輪に関連した欠陥状態を検出する段階と  
を含んでいる含む方法。

(4)

15. 更に、前記運動データを処理して、前記軌道の少なくとも一部分に関連した欠陥状態を検出する段階を含んでいる請求項14記載の方法。

16. 更に、鉄道車輛の荷重状態を判定する為に、互い

に直交する3つの軸線を持つ1組の加速度計からのデータを処理する段階を含み、前記互いに直交する3つの軸線の内の1つが前記軌道に対してだいたい垂直な軸線である請求項15記載の方法。

17. 鉄道車輛の1組の車輪に関連する検出された欠陥状態が「偏平車輪」状態である請求項14記載の方法。

18. 鉄道車輛の1組の車輪に関連する検出された欠陥状態が玉軸受に欠陥のある状態である請求項14記載の方法。



(5)

## 【発明の詳細な説明】

鉄道車輛の車輪及び軌道の欠陥状態を検出する

装置と方法

## 関連出願

本出願は、本出願と同日に出願され、本出願人に譲渡された米国特許出願（出願人整理番号RD-23, 657）、発明の名称「鉄道車輛の車輪及び軌道の欠陥状態を検出し得る移動追跡装置」と関連を有する。

## 発明の背景

本発明は鉄道車輛の車輪及び軌道の欠陥状態を検出する装置、更に具体的に云えば、この様な欠陥状態を感知する為に運動センサを用いた装置に関する。

鉄道車輛の車輪の踏面の疲労は周知の現象であり、これによって任意所定の車輪に著しい偏平部分が生ずることがある。この様な偏平部分を持つ車輪として特徴づけられる鉄道車輛の車輪の欠陥状態を、この明細書では「偏平車輪」状態と呼ぶ。この様な「偏平車輪」状態又は欠陥がレール又は鉄道車輛に起こることは、鉄道車輛が動いている間に貨物が損傷し、安全性が低下し、運転コストが高くなる惧れがあるので望ましくない。鉄道車輛の車輪を支持する軸受の疲労も同様な望ましくない結果を招くことがある。動作の信頼性を高めると共に電力消費量及び所要重量を最小限に抑える様に、比較的少ない数の部品を使う形で、この

様な欠陥が存在することを判定することの出来る方法を提供することが望ましい。更に、所定の鉄道車輛が通る軌道に関連する欠陥状態を検出することの出来る方法を提供することが望ましい。この情報は、国内の軌道を良好な動作状態に保つ責任を担う者にとって、特に役に立つ。

## 発明の概要

全般的に云うと、本発明は、鉄道車輛の1組の車輪と鉄道車輛が通る軌道とに関連する欠陥状態を検出する装置を提供することによって、上に述べた要求を満たす。この装置は、1組の車輪の回転速度を表すデータを発生する回転測定装置と、少なくとも軌道に対してだいたい垂直な軸線に沿った運動を表すデータを発生する、加速度計又は振動センサの様な運動センサと、該運動センサ及び回転測

(6)

定装置に結合されていて、回転速度及び運動データを受取るデータ・プロセッサとを有する。データ・プロセッサは、受取った回転速度及び運動データに基づいて、1組の車輪の内の少なくとも1つの車輪に関連する欠陥状態を検出する様に設計されている。更にデータ・プロセッサは、受取った運動データに基づいて、軌道の少なくとも一部分に関連する欠陥状態を検出する様に設計されている。

鉄道車輛の1組の車輪と鉄道車輛の通る軌道とに関連する欠陥状態を検出する方法が、1組の車輪の回転速度を表すデータを発生し、少なくとも軌道に対してだいたい垂直な軸線に沿った運動を表すデータを発生し、回転速度及び運動データを処理して1組の車輪の内の少なくとも1つの

車輪に関連する欠陥状態を検出し、運動データを処理して軌道の少なくとも一部分に関連する欠陥状態を検出する段階を含む。

#### 図面の簡単な説明

本発明の新規と考えられる特徴は請求の範囲に具体的に記載してあるが、本発明自体の構成、作用及びその他の目的並びに利点は、以下図面について説明する所から最もよく理解されよう。図面全体にわたり、同様な部分には同じ参照数字を用いている。

第1図は本発明に従って欠陥状態を検出する装置を取り入れた移動追跡装置を用いることが出来る乗物追跡システムの一例のブロック図である。

第2図は本発明に従って欠陥状態を検出する装置を更に詳細に示すブロック図であり、これに制約するつもりではないが、例として、第1図に示した移動追跡装置と組合せて示してある。

第3A図及び第3B図は、鉄道車輛の車輪及び軌道に関連する欠陥状態を検出する為に本発明の装置を使用した場合の実施例を示す略図である。

第4A図及び第4B図は、欠陥がない状態の場合の時間領域での加速度計出力信号及び対応する周波数領域でのパワースペクトル密度を例示するグラフである。

第5A図及び第5B図は、「偏平車輪」欠陥がある状態の場合の時間領域での加速度計出力信号及び対応する周波数領域でのパワースペクトル密度を例示する

(7)

グラフである。

第6A図及び第6B図は、「偏平車輪」欠陥状態及び欠陥軌道状態の両方がある場合の時間領域での加速度計出力信号及び対応する周波数領域でのパワースペクトル密度を示すグラフである。

#### 発明の詳しい説明

本発明は、「偏平車輪」状態や軸受損傷状態の様な鉄道車輛の1組の車輪に関連する欠陥状態と、鉄道車輛が通る軌道に関連する欠陥状態とを検出する装置を提供する。この装置は、本出願人に譲渡された米国特許出願（出願人整理番号R D-23, 332）に記載されている様に、電力不足の環境で容易に動作し得る移動追跡装置と組み合わせ又は一体化することが出来る。移動追跡装置は、地球測位システム（GPS）衛星群の様な現存の航行システムから取り出された航行データを用いて、少なくとも車輛位置情報を発生する車輛追跡又は監視システムに好便に用いて、非常に正確で実時間の車輛追跡能力を持たせることが出来る。この様な追跡装置はGPS航行に制限されず、ローラン、オメガ、トランジット等の様なこの他の航行システム、又は（何れも1979年7月17日にR. E. アンダーソンに付与され、本出願人に譲渡された米国特許第4, 161, 730号及び同第4, 161, 734号にそれぞれ記載されている）衛星距離測定方式を用いる車輛追跡システムも、鉄道車輛の1組の車輪と鉄道車輛が通る軌道とに関連する欠陥状態を検出する装置を用いた移動追跡装置を使うことによって、有利な結果を得ることが出来る。この追

跡システムは、隊列をなす車輛の管理、鉄道車輛の追跡、貨物の場所の突止め等に特に役立つ。本発明では、「車輛（vehicle）」と云う言葉は、船舶コンテナ、並びに列車又は鉄道車輛にのせて商品を運び又は輸送するその他の手段の上にある場合を含む。

第1図は、例として、GPS衛星群からの航行信号を用いる移動追跡装置を示すが、前に述べた様に、GPSの代わりに他の航行システムを使うことが出来る。第1図に1組の移動追跡装置10A-10Dを示しており、これらは追跡又は



(8)

監視しようとするそれぞれの車輛 1 2 A - 1 2 D に取付けられている。通信衛星 1 6 を使う衛星通信回線の様な多重通信回線 1 4 を各々の移動追跡装置（以下包括的に 1 0 で示す）と遠隔の制御ステーション 1 8 の間に設けることが出来る。制御ステーション 1 8 は一人又は更に多くのオペレータがいる有人で、それぞれの移動追跡装置を備えた各々の車輛に対する場所及び状態の情報を表示する適当な処理装置及び表示装置等を持っている。GPS 衛星 2 0 A 及び 2 0 B の様な一群の GPS 衛星が、非常に正確な航行信号を供給し、これを使って、適当な GPS 受信機によって収集した時、車輛の位置及び速度を決定することが出来る。簡単に云うと、GPS は合衆国国防省によって開発され、1 9 8 0 年代を通じて徐々に使われる様になったものである。GPS 衛星が、広帯域周波数方式を用いて、L バンドの周波数で無線信号を絶えず送信する。送信される無線信号は疑似ランダム順序を持ち、これによってユー

ザは地表に対する位置（約 1 0 0 呎以内）、速度（約 0. 1 MPH 以内）及び精密な時間情報を求めることが出来る。GPS は、GPS 衛星のそれぞれの軌道が略世界中をカバーする様に選ばれていて、ユーザに無料で非常に正確な無線信号が利用し得る点で、使うのに非常に魅力のある航行システムである。直ぐ後で説明するが、車輛の状態又は適当な感知素子を用いて測定された事象を送信する為に便利に通信回線 1 4 を使うことが出来る。例えば、輪軸 2 4 を持つ鉄道車輛の場合、「偏平車輪」状態や玉軸受損傷状態を検出する能力を持つことは特に役立つ。同様に、鉄道車輛の場合、鉄道車輛の通る軌道 2 6 に関連する欠陥を検出する能力を持つことも役に立つ。

第 2 図は、鉄道車輛の 1 組の車輪と鉄道車輛の通る軌道とに関連するそれぞれの欠陥状態を検出する装置 9 の実施例のブロック図である。第 2 図に示す装置 9 は、移動追跡装置 1 0 と作動的に組み合わされ、又は一体化されているものとして示されているが、この様な組合せ又は一体化はオプションであるに過ぎず、装置 9 は移動追跡装置から独立に機能する様に容易に設計することが出来る。低電力加速度計、振動センサ、衝撃センサ又はその組合せの様な運動センサ 5 6 を用いて、少なくとも軌道に対してだいたい垂直の軸線 2 8 （第 1 図及び第 3 図）に

(9)

沿った運動を表すデータを発生することにより、本発明の重要な利点が達成される。オプションによる利用の融通性を高める為、ミネソタ州ノーウッドのアナログ・デバイス社から入手し得

る加速度計モデルADXL50又は同様な加速計及び運動センサの様な、それぞれの1個のモノリシック集積回路に適当な信号調節回路と共に個別に集積された3個1組の加速度計又は運動センサを車輛又は追跡装置に便利に取付けて、互いに直交する3つの軸28、30、32（第1図）に沿った3軸感知を行うことが出来る。3つの軸の内の1つがだいたい垂直な軸線28である。この様な加速度計又は運動センサを用いて測定された垂直運動データ及び水平運動データは、前に引用した米国特許出願（出願人整理番号RD-23, 332）に記載されている様に、所定の条件のもとで電力を減らせる様にするとう様なこの他の種々の目的の為に好便に用いることが出来る。車輪の回転速度 $\omega$ を表す回転測定データ72を種々の回転測定方式の内の任意の1つを用いて好便に発生することが出来る。例えば、車輪回転カウンタ、車輪タコメータ及び同様な装置の様な適当な回転測定装置80（第3A図）を用いて回転速度データを発生することが出来る。この代わりに、鉄道車輛の速度（航行装置50から入手し得る）をそれぞれの車輪の円周で単に除すことによって、車輪回転速度データを発生し又は計算することが出来る。何れの場合も、回転速度データ及び少なくともだいたい垂直な軸線に沿った運動を表す運動センサ・データが、データ・プロセッサ70、又は前に述べたそれぞれの欠陥状態の存在を評価又は検出する為の専用の適当に設計された回路に供給される。例えば、「扁平車輪」状態や軸受損傷状態が、プロセッサ70

に供給された回転速度データ及び運動データに基づいて検出される。同様に、軌道又は路床の欠陥状態は、単にデータ・プロセッサ70が受取った運動データに基づいて決定することが出来る。当業者には明らかであるか、データ処理は、フーリエ解析、整合フィルタ作用、自己相関及び閾値方式、並びに同様な処理方式の様な種々の処理技術を含むことがある。運動センサ・データの別の処理により

(10)

、鉄道車輛の荷重状態の様な鉄道車輛の状態に関する別の情報を便利に発生することか出来る。例えば、スウェイ運動（即ち、鉄道車輛の縦軸線の周りの振動又は横揺れ運動）の周波数及び鉄道車輛の縦揺れの周波数を測定することにより、鉄道車輛の荷重状態に関する実質的に正確な情報が得られる。例えば、この様な情報は、鉄道車輛がその最大荷重容量を越えて荷重されているかどうかを判定するのに役立つ。

第2図は、移動追跡装置10が、車輛の位置に実質的に対応するデータを発生し得る航行装置50を含むことをも示している。航行装置は、所定の移動追跡装置に航行信号を供給する為に使われる特定の航行システムに応じて選ばれる。航行装置が、多重チャンネル受信機の様なGPS受信機であることが好ましい。しかし、対応する航行システムから信号を収集する様に設計されたその他の受信機を用いてもよいことは云うまでもない。例えば、車輛の位置の精度条件に応じて、航行装置は、ローラン-C受信機、又はGPS受信機より精度の劣るその他の航行受信機を選ん

でもよい。移動追跡装置10は、航行装置とは機能的に独立した適当な電磁発信器52を含んでいてよい。発信器52は、通信回線14（第1図）を介して制御ステーションに少なくとも車輛位置データを送信することが出来る。GPS受信機を使う場合、GPS受信機及び発信器は、取付け及び動作の効率を最大にする為、1個の集積装置として好便に一体化することが出来る。この様な集積装置の一例が、カリフォルニア州サニーベールのトリンブル・ナビゲーション社から入手し得るギャラクシー・インマルサット-C/GPS集積装置であり、これは制御ステーションと移動追跡装置との間でデータ通信及び位置の報告が出来る様に便利に設計されている。GPS信号の収集及び衛星通信の両方の為に、1個の高さの低いアンテナ54を便利に使うことが出来る。追跡装置制御器58が、移動追跡装置内にある種々の部品の動作を好便に制御することが出来る。追跡装置制御器は、航行装置50、発信器52及び装置9の動作を制御する様に適当にプログラムされた普通の多重ビット単一チップ・ディジタル・マイクロコントローラで構成することが出来る。実時間クロック・モジュール60を追跡装置制御器5

(11)

8に接続することにより、制御器が低電力動作モードに伴う「睡眠モード」にあった後にその動作を再開する様に制御器を周期的に作動することが出来る。追跡装置制御器58は、車輛に設けられた別の感知素子（図に示してない）から収集したデータを処理するのに十分なメモリ及びスループット能力を持つことが好ましい。

電池62の様な電源を使って、移動追跡装置10が動作が出来る様にする。第2図に示す様に、電池62は、ニッケル・カドミウム電池又は同様な充電可能な蓄電池の様な充電可能な蓄電池にすることが出来、これが適当な充電回路64に結合される。充電回路64は、太陽電池の配列66又はその他の電力変換器から電力を受取る。典型的には、充電回路は適当な充電調整器、及び蓄電池の状態を判定する為に制御器によって監視される電圧及び電流センサ（図に示してない）を含む。支援蓄電池（図に示してない）を設けて、移動追跡装置の動作の信頼性を高めるのが便利である。この代わりに、電池62は再充電できない電池であって、予め決めた時間間隔で交換されるものにしてもよい。当業者であれば、運動センサからのデータ及び回転測定データ72は種々の方法で取り扱うことが出来ることが理解されよう。例えば、生の即ち処理してないデータを記憶装置74に記憶させておいて、後の時点で再生して処理することが出来る。逆に、生のデータを追跡装置制御器58を介して電磁発信器52に供給して、この様な生のデータが遠隔の制御ステーション18（第1図）内の適当なデータ・プロセッサによって処理される様にし、こうして移動追跡装置の重量及び電力消費量を減らすことが出来る。何れの場合でも、本発明の装置は、単独でも或いは移動追跡装置と組合せても、鉄道車輛の車輪及び軌道に関連するそれぞれの欠陥状態を表す有用なデータを便利に提供する。GPS受信機又はローラン受信機の様な航行装置の代わりに、

例えば欠陥のある軌道の場所を決定する為に、別の方式を使うことが出来ることを承知されたい。例えば、この様な欠陥状態を検出した時刻が記録されれば、その後、単に運行スケジュール（即ち時間の関数としての鉄道車輛の運行経過）が



判れば、欠陥のある軌道を検出した鉄道車輛の場所（即ち、欠陥軌道の場所）を推定することが出来る。この代わりに、車輪タコメータ又は同様な装置を使って、所定の事象のもとにある車輪の回転数を計数することが出来る。例えば、損傷を受けた軌道が検出されてから所定の行先までに起こった回転数を計数すれば、損傷のある軌道からこの行先までの距離を推定することが出来る（この距離は車輪の円周に車輪の回転数を乗ずることによって計算される）。この場合、単に通った経路が判れば（時間情報、即ち運行スケジュールがなくても）、欠陥のある軌道の場所を決定することが出来る。従って、不良軌道の場所の様な欠陥状態の場所を決定する為に航行装置を使うことは、上に述べた別の方式があることから考えて、オプションに過ぎないことは明らかであろう。

第3A図に示される様に、車輪が実質的に平坦な領域24Aの様な欠陥領域を持つ場合、運動センサ56は、回転測定装置80からの車輪回転速度データ72で測定された車輪回転周波数（即ち車輪回転速度 $\omega$ ）及びその高調波に実質的に対応する周波数領域の機械的なパワーを感知する。データ・プロセッサは、これに制限するつもりはないが、例として云えば、輪軸の少なくとも1つの車輪に関連する

「偏平車輪」状態と一般的に呼ばれる状態を判定する様に、車輪回転速度データ73及び運動センサ・データを処理する離散的なフーリエ・プロセッサ76で構成されるデジタル信号プロセッサ・モジュールを取り入れる様に容易に設計することが出来る。第3A図は特に「偏平車輪」状態を生じた変形を示しているが、ごく一般的に云えば、第3A図は、偏平領域を生じていない車輪24を支持する軸受（図に示してない）に起こり得るその他の変形を概念的に表すものと云うことが出来る。当業者に一般的に知られている様に、それぞれの輪軸は、例えば、頑丈な車軸の両端に、外レース及び内レースの間に局限された玉又はローラを持つ適当な軸受によって回転結合された2つの車輪で構成されている。こう云う軸受は、典型的には車輪回転速度の関数としての所定の機械的な特性を持っている。即ち、車軸の頂部は典型的には玉又はローラが最大荷重を受ける領域であるのが典型的であるから、1回転毎に、一般的に一定数の玉又はローラが車軸の頂



部の上を通る。外レース又は内レース（玉又はローラ）の何れかゞ損傷を受けた場合、所定の車輪回転速度に対し、車輪回転周波数の所定の上側及び下側の所にあるそれぞれの周波数成分又はうなり周波数が発生される。プロセッサ70は、このプロセッサが「偏平車輪」状態を検出するのと同様に、この様な周波数成分を検出する様に容易に設計することが出来る。何れの場合も、離散的なフーリエ処理モジュール76は、テキサス・インスツルメンツ社から入手し得る処理モジュール

TMS320の様な単一の集積回路チップ又は処理モジュール中に集積化することが出来る。

第3B図は、鉄道車輛の重量によって実質的にたるむか沈下した部分26Aを持つ軌道26の上を鉄道車輛が通過する時、運動センサ56が、この様な望ましくない軌道状態を特徴づける所定の兆候を持つ機械的なエネルギーを感知することを示している。所定の欠陥軌道状態に対応する機械的エネルギーの兆候は、一般的には車輪回転速度とは無関係であり、従って、欠陥軌道状態を判定する為には、回転速度データ72（第3A図）は不必要である。

第4A図は、欠陥状態がない場合、即ち、鉄道車輛の車輪や軸受に実質的に変形がなく、且つ軌道が鉄道車輛の重みによって目立って沈下又はたるむことがない状態の場合の、時間領域の典型的な垂直加速度計出力信号をシミュレーションした一例のグラフである。第4B図は、第4A図に示した状態に対応する加速度計出力信号の周波数領域でのパワースペクトル密度である。

第5A図は、「偏平車輪」状態を感知した時の時間領域での典型的な垂直加速度計出力信号をシミュレーションした一例のグラフである。当業者であれば、第5A図に見られるインパルス状のスパイクの周期が車輪回転速度 $\omega$ に直接的に対応することが理解されよう。第5B図は第5A図に示した状態に対応する加速度計出力信号の周波数領域でのパワースペクトル密度を示す。周波数領域での周期的なインパルス状のスパイクは、「偏平車輪」状態が存在する

ことを表している。この例のパワースペクトル密度は、普通の窓を使わないフー

リエ変換処理方式を用いて得られた。前に述べた様に、フーリエ変換の代わりに他の処理方法を有効に用いて、「偏平車輪」状態の存在を検出することが出来る。

第6 A図は、インパルス状のスパイクによって特徴づけられる「偏平車輪」状態、及び下がって上がる波形によって特徴づけられる欠陥軌道状態の両方を感知した時の典型的な垂直加速度計出力信号をシミュレーションした一例のグラフである。第6 B図は、第6 A図に示した加速度計出力信号の周波数領域でのパワースペクトル密度を示す。この場合も、周波数領域での周期的なインパルス状のスパイクは、「偏平車輪」状態が存在することを明らかにしている。更に、軌道欠陥状態、即ち軌道のたるみ又は沈下がある状態は、周波数領域での低周波成分の著しい相対的な増加によって表される。

鉄道車輛の1組の車輪と鉄道車輛の通る軌道とに関連する欠陥状態を検出する方法が、1組の車輪の回転速度を表すデータを発生し、少なくとも軌道に対してだいたい垂直の軸線に沿った運動を表すデータを発生し、該1組の車輪の内の少なくとも1つの車輪に関連した欠陥状態を検出する為に回転速度及び運動データを処理し、軌道の少なくとも一部分に関連した欠陥状態を検出する為に運動データを処理する段階を含む。好ましくは、鉄道車輛のそれぞれの位置に実質的に対応するデータを発生する別の段階により、

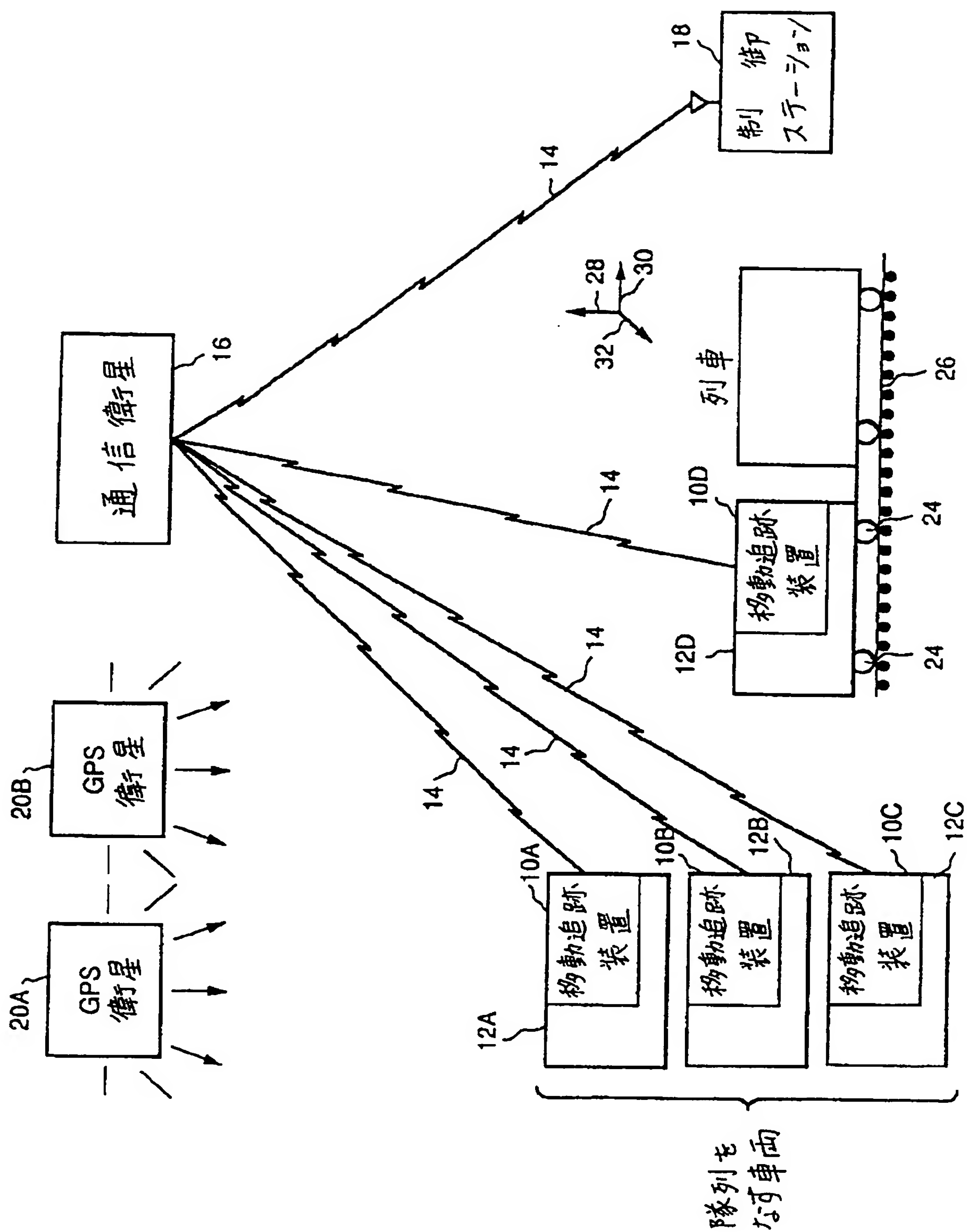
欠陥状態が起こった場合にその場所を実質的に決定する。これは、既知のルートに対して欠陥のある軌道部分の場所を定める場合に特に役立つ。この様な欠陥の場所を決定する簡単な1つの方法は、欠陥のある軌道部分を検出してからの車輪の回転数を計数し、その後、現在の鉄道車輛の位置からの既知のルートにわたって通った距離（例えば、既知のルートにわたる鉄道車輛の任意の行先までの距離）を測定することである。欠陥のある軌道部分を検出してから既知のルートにわたって通った距離は、単に車輪の回転数に車輪の円周を乗ずることによって計算される。これは、少なくとも現在の鉄道車輛の位置に対し、既知のルートの上での欠陥のある軌道部分の場所を実質的に且つ経済的に決定することが出来る様にするので便利である。

(15)

本発明の特定の特徴だけを図面に示して説明したが、当業者には種々の変更や均等物が考えられよう。従って、請求の範囲は、本発明の範囲内に属するこのような全ての変更を包括するものであることを承知されたい。

(16)

【図 1】



**FIG. 1**

(17)

【図2】

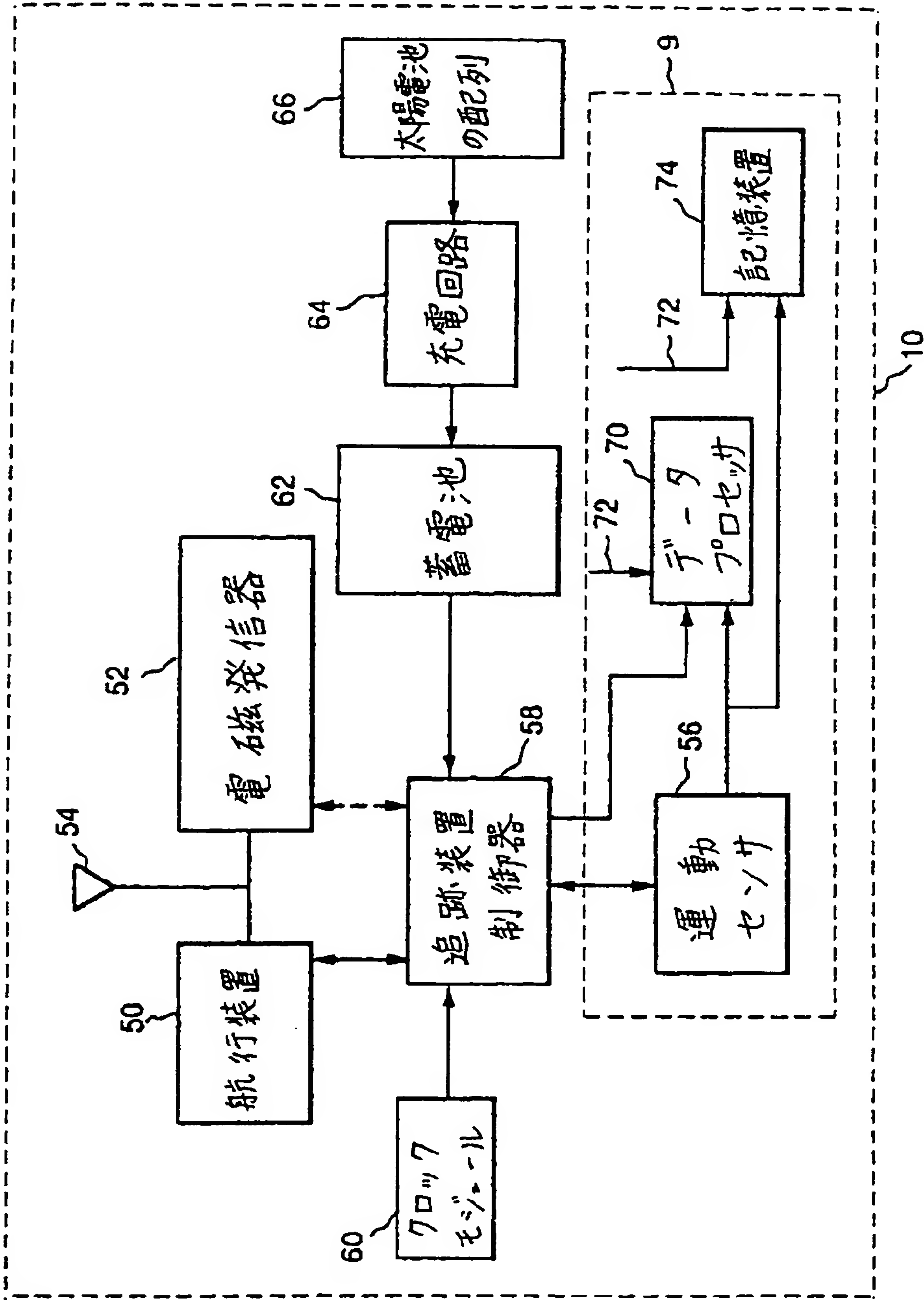


FIG. 2



(18)

【図3】

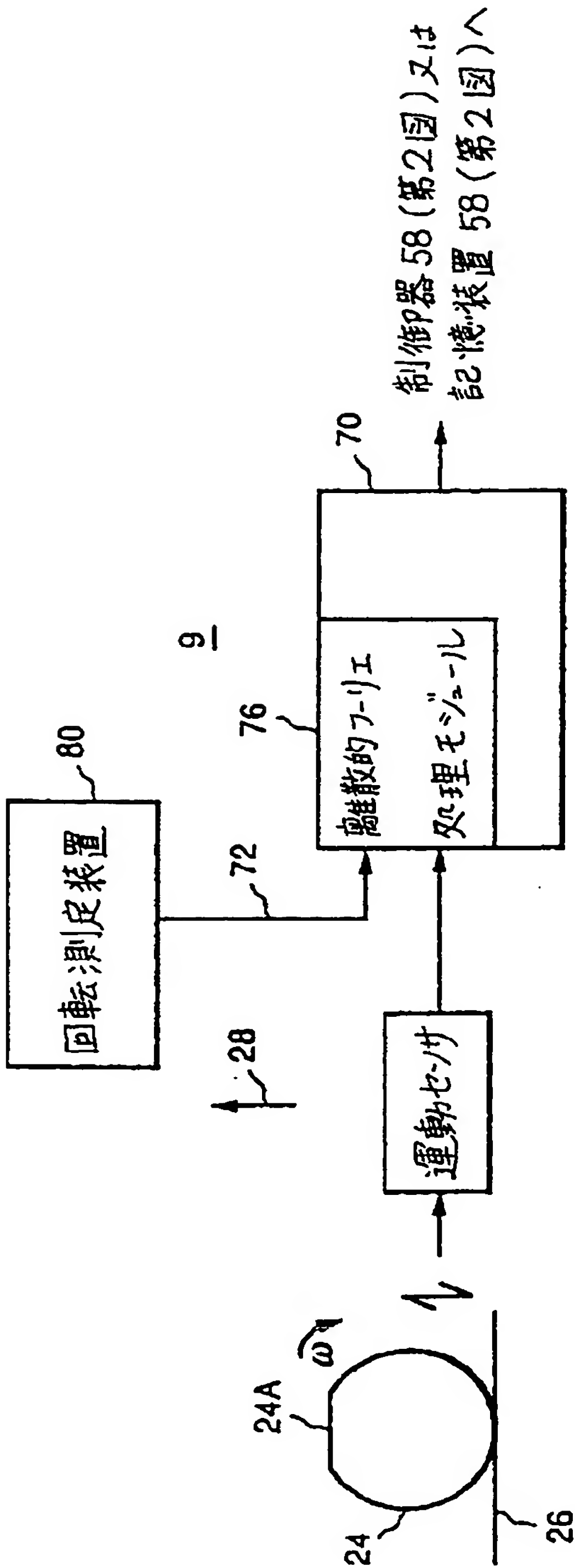


FIG. 3A

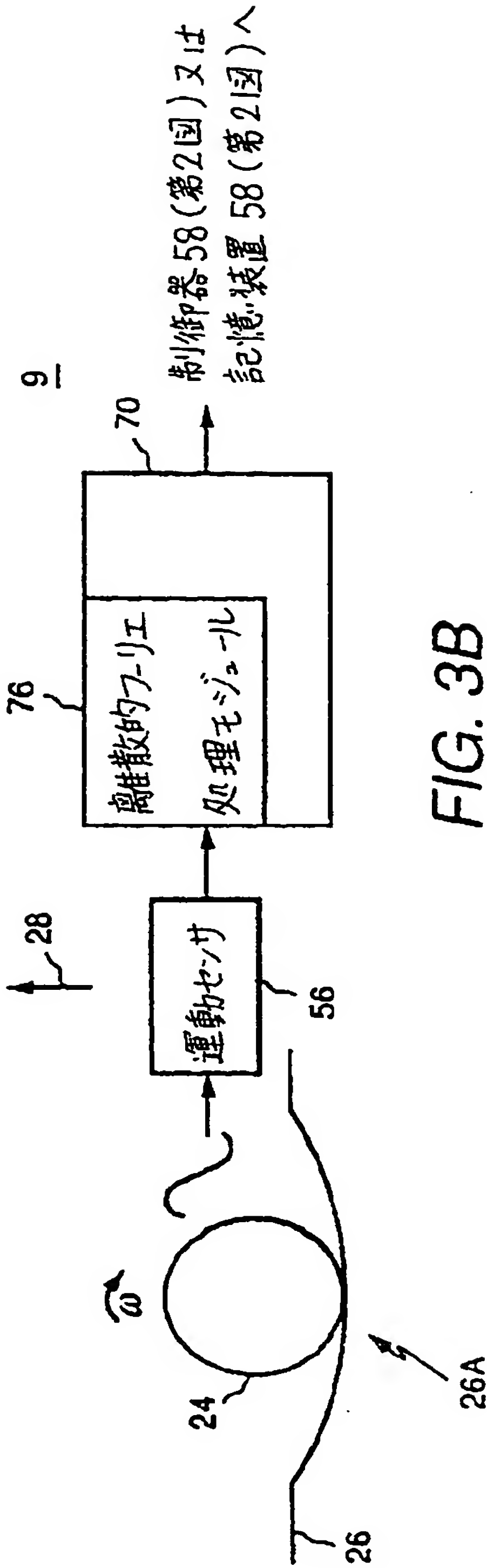


FIG. 3B

(19)

【図4】

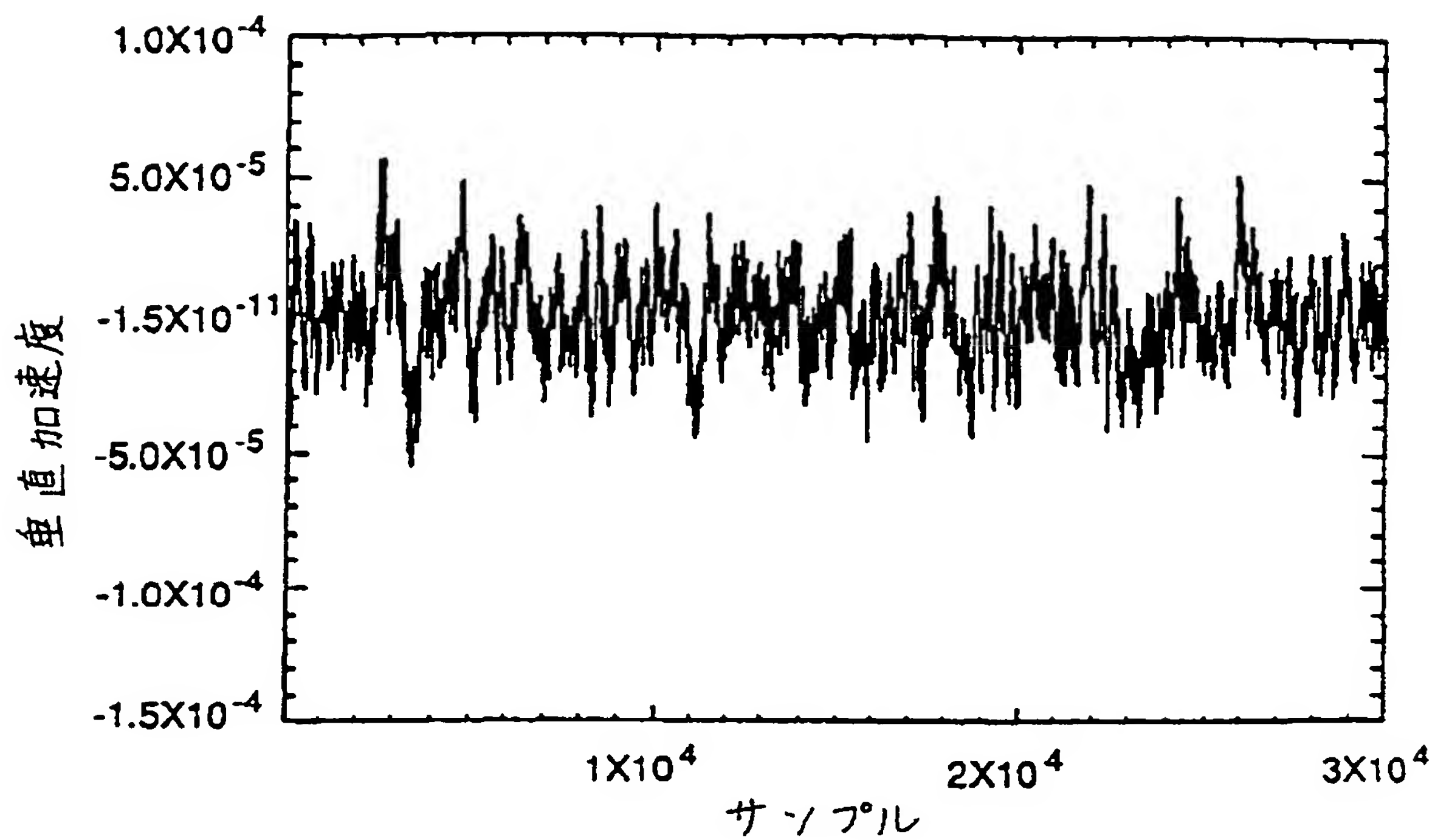


FIG. 4A

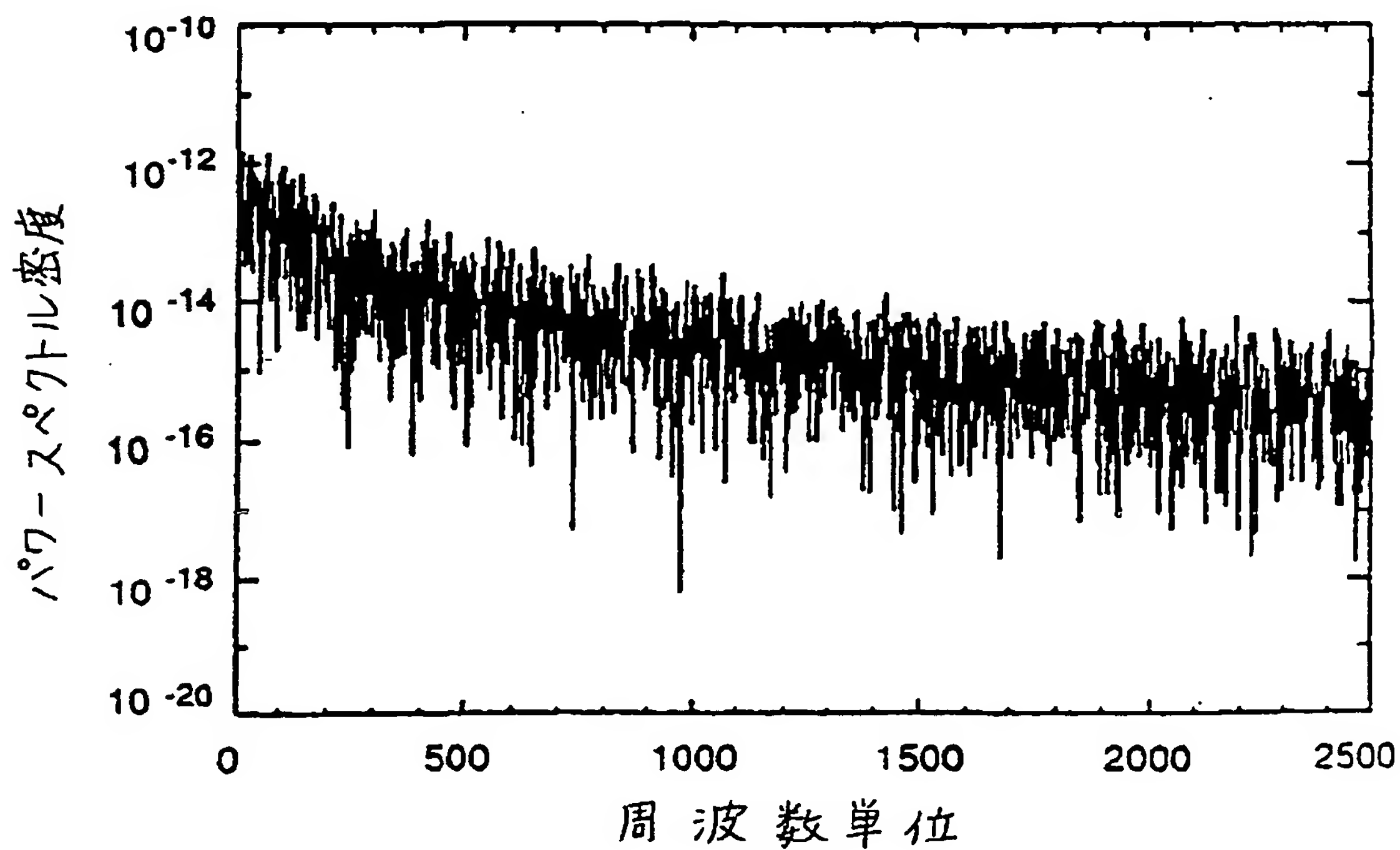


FIG. 4B

(20)

【図5】

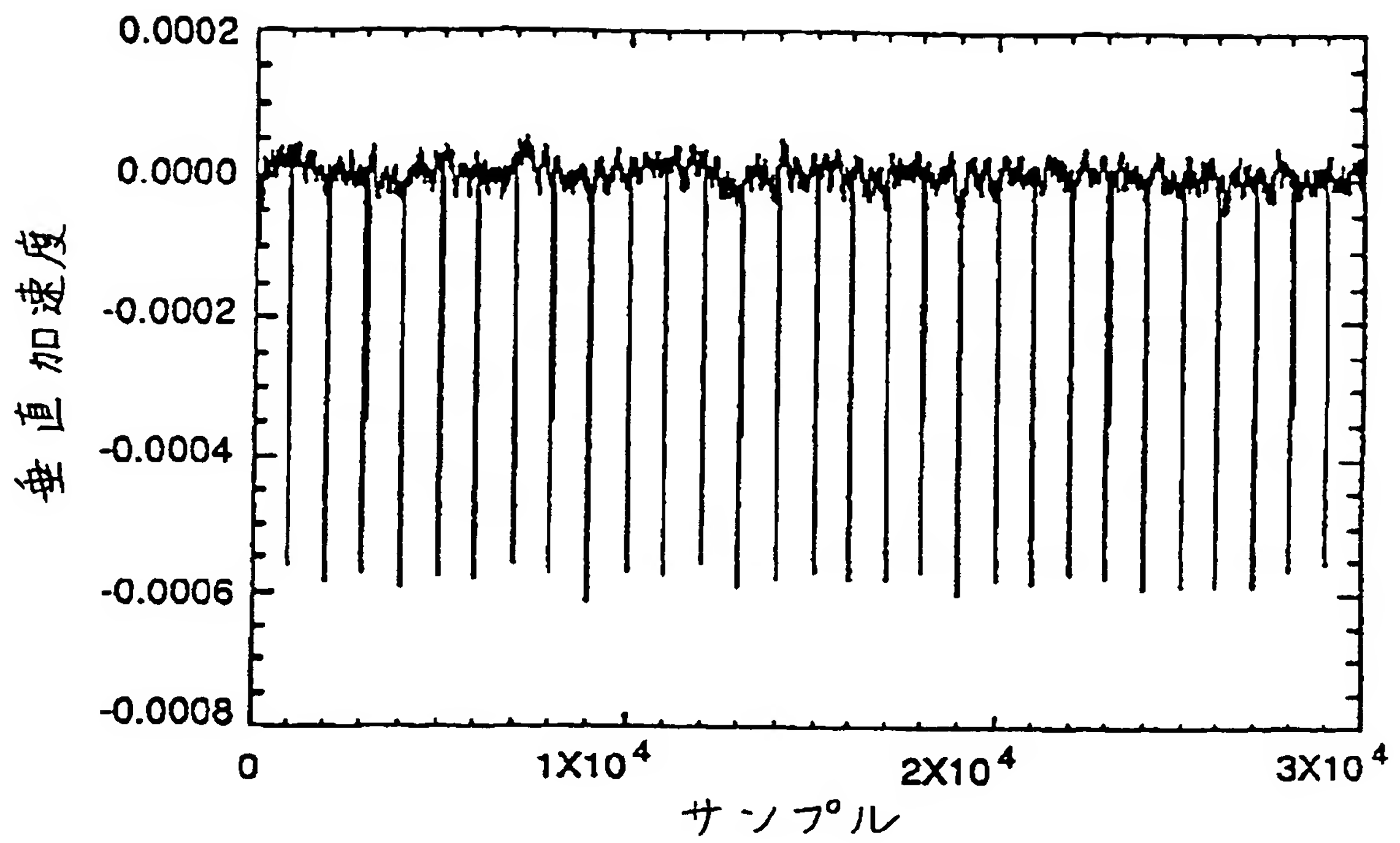


FIG. 5A

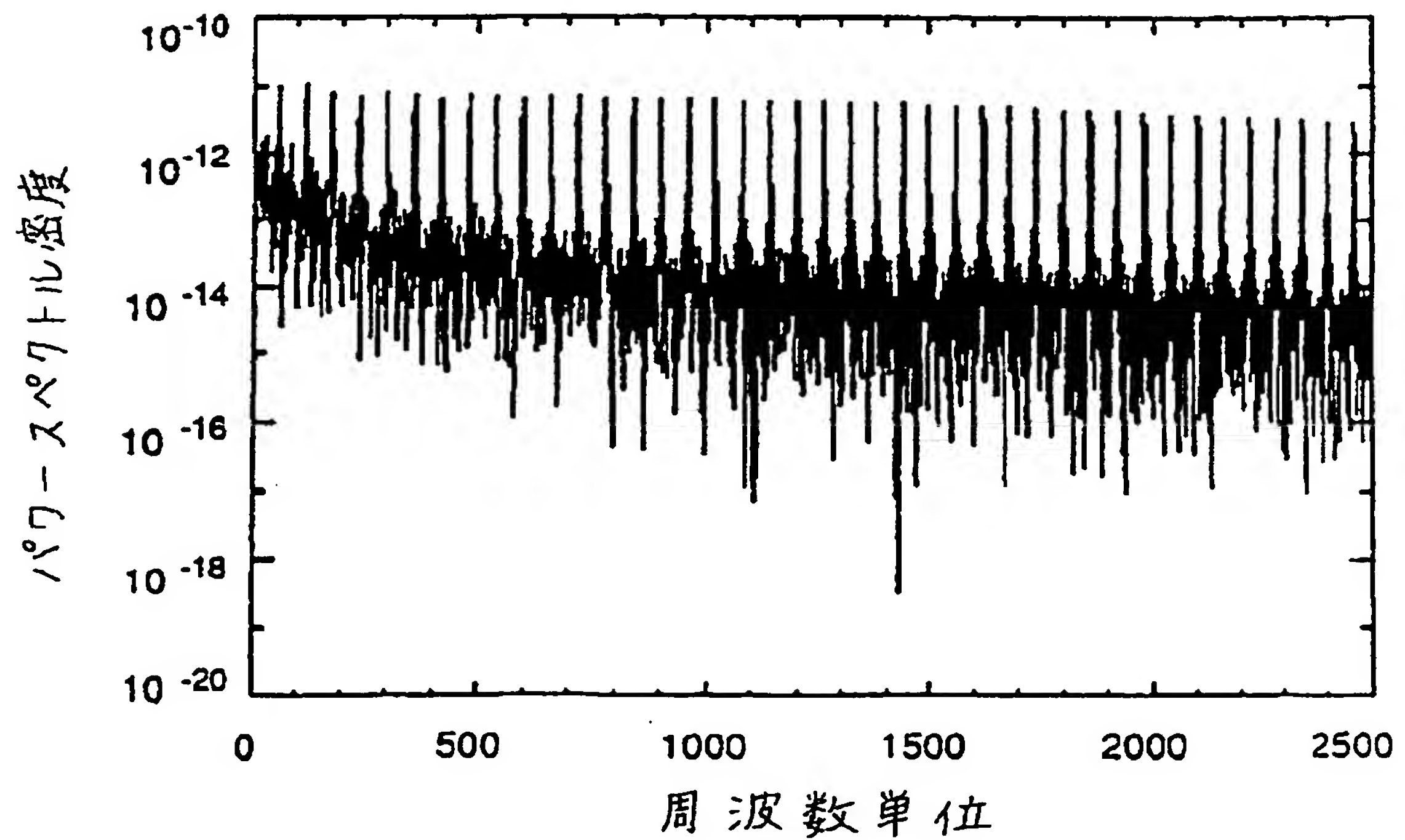


FIG. 5B

(21)

【図6】

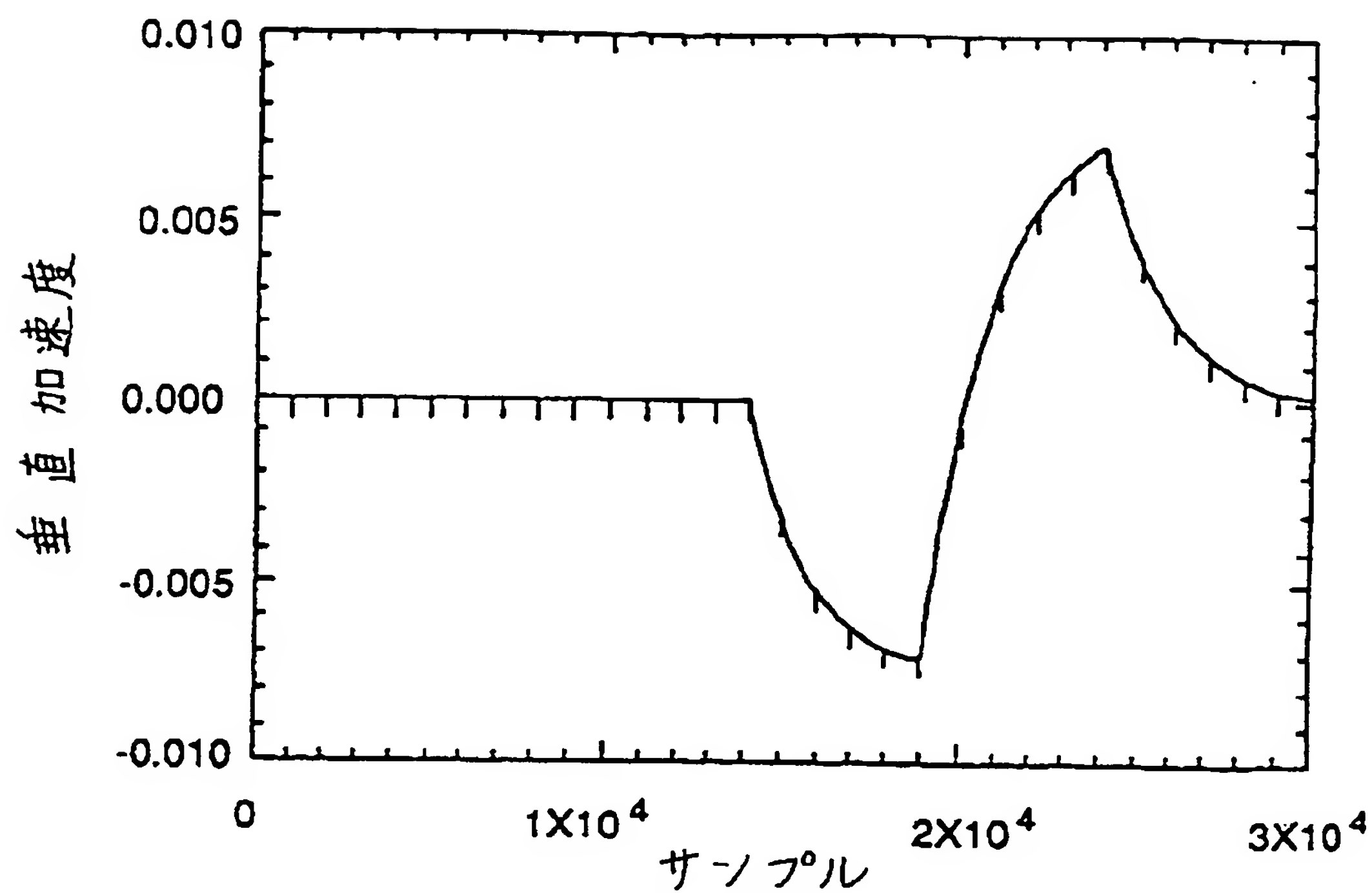


FIG. 6A

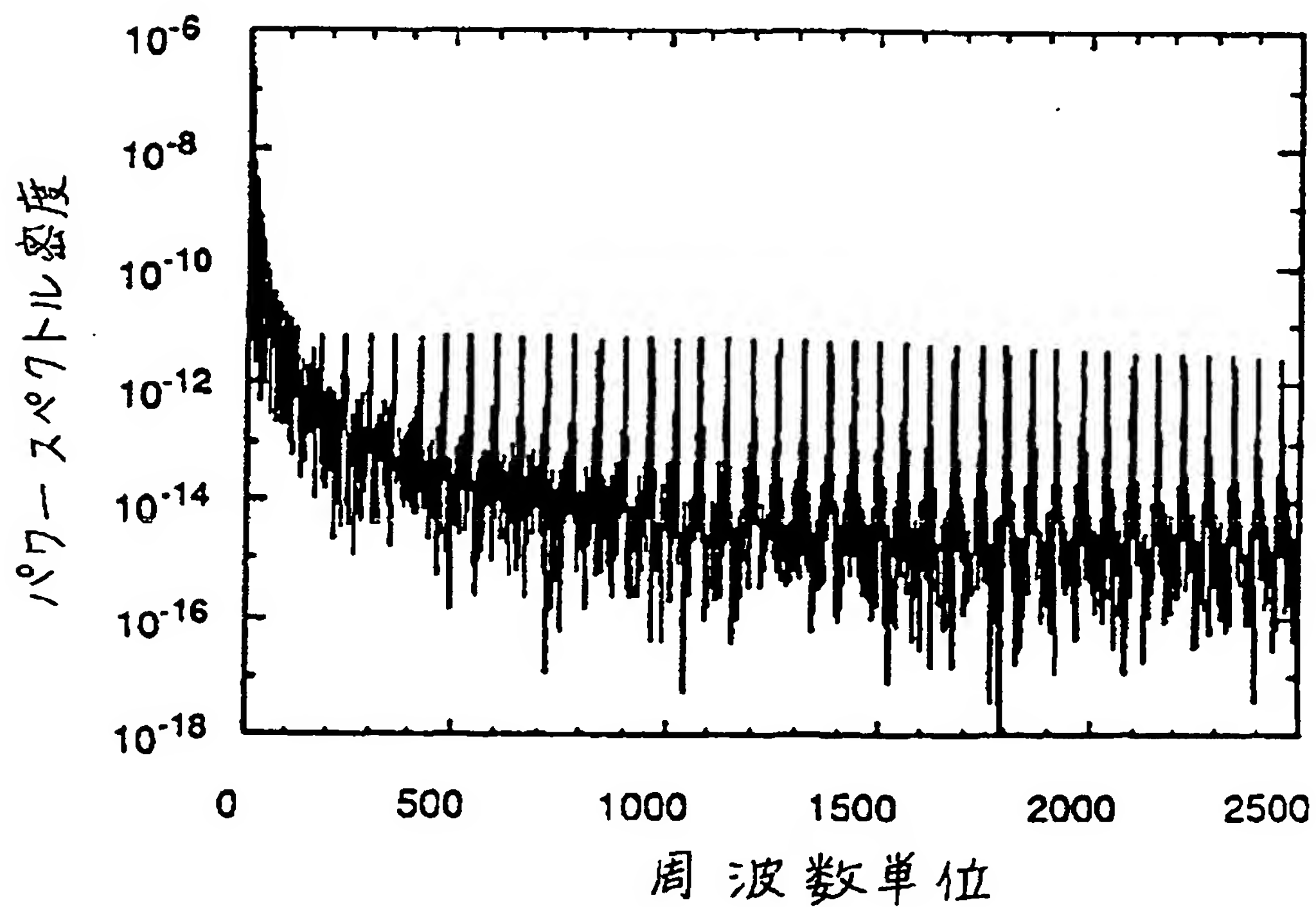


FIG. 6B

(22)

【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US95/05621

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(6) :G01M 13/02 US CL :73/593 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 73/104, 105, 579-581, 593; 246/159R Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) APS; (wheel or bearing or axle or race), (flat wheel), (worn or deformed), (test or measure or inspect)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US, A, 4,696,446 (MOCHIZUKI ET AL.) 29 September 1987, See entire document.	1-5, 7-11, 13-18
Y	US, A, 4,573,131 (CORBIN) 25 February 1986, See col. 1, lines 53-59.	2-5, 13, 15, 16
Y	US, A, 4,763,523 (WOMBLE ET AL.) 16 August 1988, See Abstract.	18
Y	US, A, 4,493,042 (SHIMA ET AL.) 08 January 1985, See Abstract.	18
A	US, A, 4,237,454 (MEYER) 02 DECEMBER 1980	
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document published on or after the international filing date "L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 21 JULY 1995		Date of mailing of the international search report 17 AUG 1995
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer ROBERT RAEVIS Telephone No. (703) 305-4919



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**